塔克拉玛干沙漠东部风砂地貌中的几个问题*

李保生　董光荣　丁同虎　金　炯　靳鹤龄　高尚玉

（中国科学院兰州沙漠研究所，兰州 730000；中国科学院西安黄土与第四纪地质研究开放实验室，西安 710061）

关键词　塔克拉玛干沙漠东部、风砂地貌时代、干旱气候

60年代以来，对塔克拉玛干沙漠的风砂地貌已进行了较为系统的研究[1-3]，但迄今对风砂地貌的形成时代、成因等问题仍待解决．本文是作者在对该沙漠广泛调查的基础上，主要以沙漠东部流砂密集分布区 T_{8710} 地层剖面的记述、颗粒分析和年代测定结果为依据，讨论塔克拉玛干沙漠东部风砂地貌的地层、时代及其成因等问题．

一、本区风砂地貌的地层和 T_{8710} 剖面

1. 风砂地貌的地层　塔克拉玛干沙漠可大致以自民丰县城东顺尼雅河而西北至克里雅河尾闾干河床，再自此呈NNE向延抵库车以南的塔里木河一线为界，分为沙漠的东部和西部(图1)．东部风砂地貌非常发育，具有许多由复合型砂丘链和复合型纵向砂垄等组成的高大砂带及与之相间分布的风蚀洼地．构成沙漠东部风砂地貌的地层主要为时代较老的风成的黄棕呈微红色和暗灰黄色细砂-微砂，松散-略胶结，分选较均匀．这类砂本文称为"老砂"．由老砂构成的砂带即"老砂带"和带间洼地多为NE-NNE走向．老砂带厚度较大，20—60m，出露广泛，形成了一个以老砂为主的分布范围(见图1)．老砂带之间的洼地，常见两层泛洪沉积的浅灰色粉砂，大体呈块状或片状，分选较均匀，无层理或具微层理，含铁质绣斑和植物根系残体，厚0.2—1.5m．粉砂层内分布较多垂直干燥裂隙，平面呈多边形龟裂构造地表，裂隙为风砂充填．在老砂区内的老砂带之上，砂带间洼地地表或粉砂层以下，普遍分布有时代较新的风成淡黄色细砂-微砂，称之为"新砂"．新砂与老砂堆积界线明显，系继老砂之后的较新沉积并构成老砂带之上的新砂带，洼地中的新砂丘或洼地中粉砂层以下、老砂之上的新砂层．新砂带和新砂丘松散，分选较均匀，前者一般厚5—30m，后者1—3m．粉砂层以下的新砂层较胶结，分选较均匀，厚仅0.3—1.5m．大多数新砂带与下伏老砂带和砂带间洼地走向一致(图2)．新砂带向老砂分布区以外延伸时，随老砂带的倾没，其厚度显著增大，一般在10—40m，最厚达50m以上，形成以新砂为主的砂带及其间的洼地交替分布的风砂地貌景观．其走向仍以NE和NNE占优势．此外，在沙漠东部近南缘河流冲积区，常见多层老砂、新砂与泛洪沉积的浅灰色粉砂交替沉积的断面(图3)．

2. T_{8710} 地层剖面(图4)　T_{8710} 地层剖面是本区一个具有代表性的剖面，系由两条NE向新砂与老砂组成的砂带及其间的洼地断面构成．位于83°58′E、38°53′N附近(见图1)．剖面厚度40余米，上述地层均可在该剖面上见到．岩性、岩相也与以上所述区域地层的特点基本相同．因粉砂层——$T_{14}F_{27}$ 沉积后风的作用，该层被吹蚀成风蚀柱与风蚀凹槽相间的似雅丹的微地貌形态．其凹槽长轴与之附近现代流动砂丘迎风坡、背风坡指示的风向和剖面砂带、

本文1990年1月22日收到．

* "七·五"科技攻关重点项目．

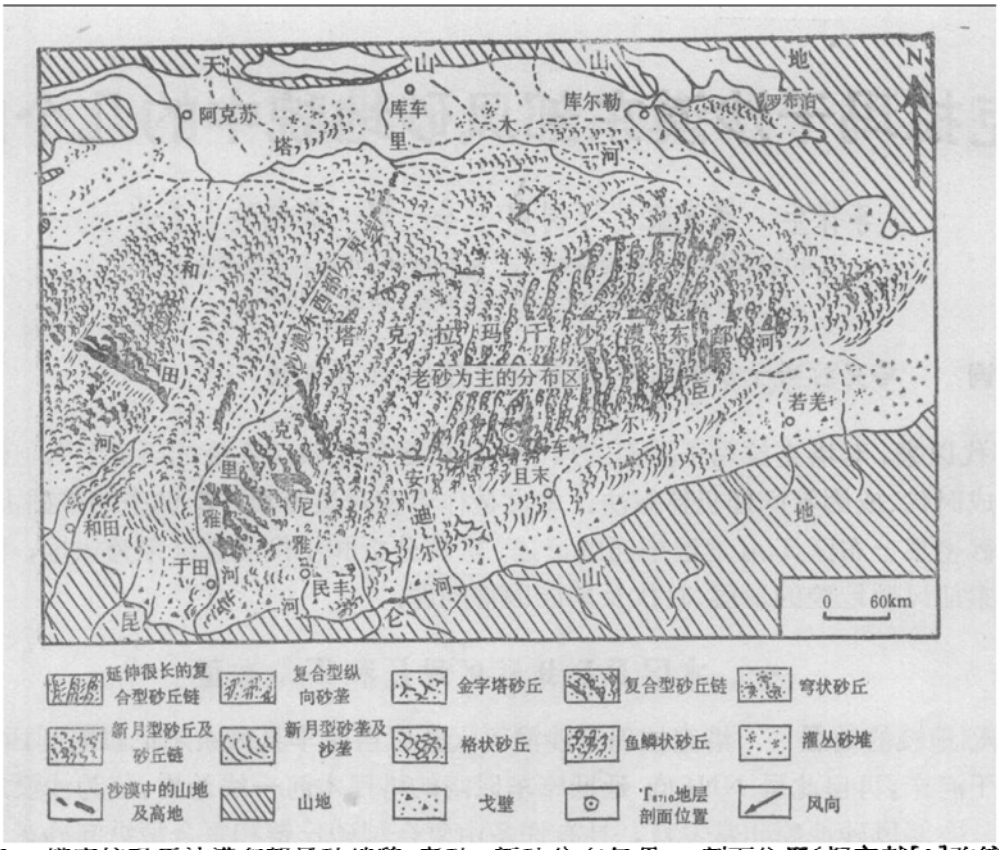


图 1　塔克拉玛干沙漠东部风砂地貌、老砂、新砂分布与 T_{8710} 剖面位置(据文献[1]改编)



图 2　新砂带沿老砂带走向发展，粉砂层（$T_{14}F_{27}$）和粉砂层被风蚀而形成微地貌形态（T_{8710} 剖面附近）

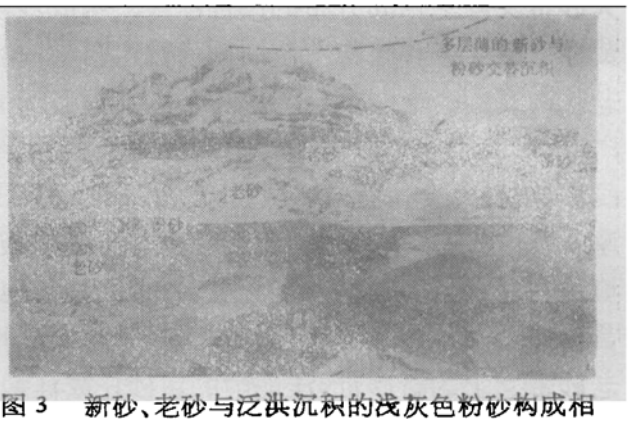


图 3　新砂、老砂与泛洪沉积的浅灰色粉砂构成相互交替的沉积序列(安迪尔河以北)

洼地走向基本相同。

二、地层年代和颗粒分析结果

T_{8710} 剖面 T_1E_1-T_9E_{21} 的老砂年代为 16700±800—8600±430a B.P.[1]。$T_{10}E_{22}$-$T_{16}E_{29}$ 的新砂和粉砂层尚无年代测定数据。根据图 4 中这些地层与老砂带地层的不整合接触关系，新砂和粉砂层应形成于 T_9E_{21} 之后，属于 8600a B.P 以来的沉积。其中，新砂带（$T_{10}E_{22}$）与洼地中的新砂层，长有圣柳的灌丛砂丘和现代流动砂丘的时代可能是同等时间的。

该剖面地层的颗粒分析结果[2]显示出剖面内诸砂层岩性较为均一，与地表现代流动砂丘砂极为相似；μ_x[3]（平均粒径）和 σ[4]（标准差）在剖面垂直方向上基本分别变化于全部样品 μ_x 平

1) 由中国科学院北京地质研究所裴静娴同志用热释光方法测定.

2) 由丁同虎分析;

3) 和 4) 的公式分别为 $\mu_x=(\phi_{16}+\phi_{50}+\phi_{84})/3$ 和 $\sigma=(\phi_{84}-\phi_{16})/4+(\phi_{95}-\phi_5)/6.6$.

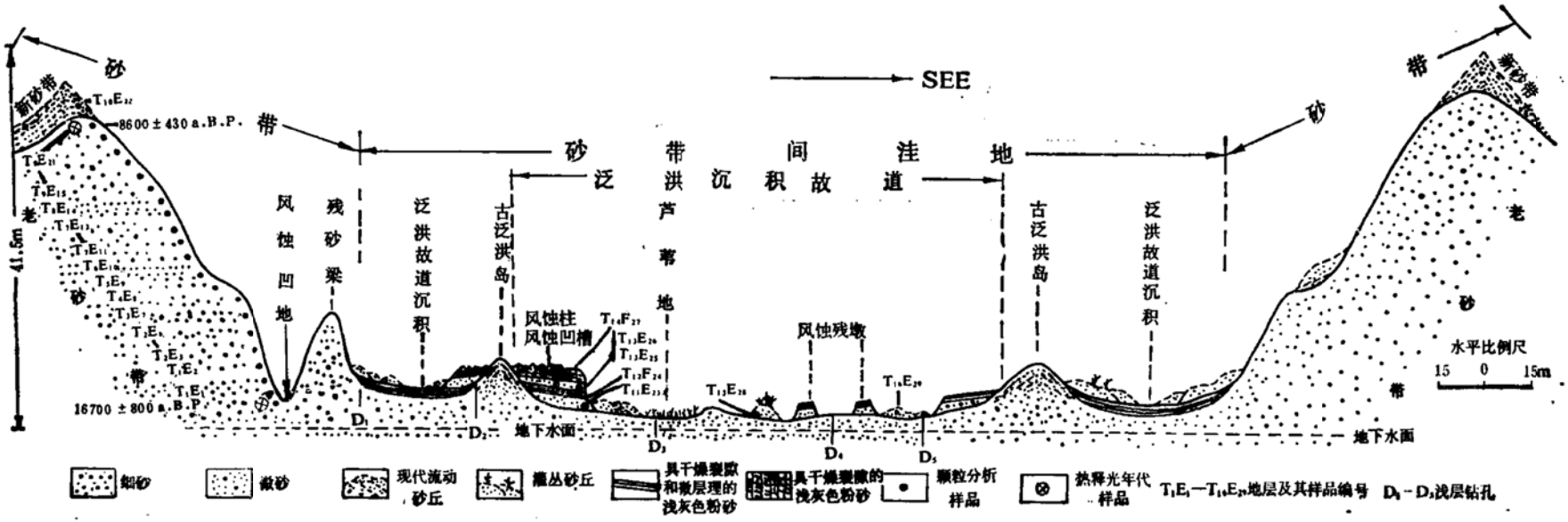


图 4　T_{8710} 地层剖面

均值 3.31 Φ 和 σ 平均值 0.61 的线段附近。剖面中两层粉砂颗粒组成所显示的岩性彼此亦颇为相似(颗粒分析结果图从略)。

三、讨　论

1. 年代测定结果表明，塔克拉玛干沙漠东部风砂地貌雏形至少在 16700aB.P. 就已形成；16700—8600a B. P. 强烈发展；8600a B. P. 以后又进而扩大为今天的规模。

2. 新老砂带和带间洼地走向与现代流动砂丘迎风坡、背风坡和风蚀凹槽长轴所指示的风向的一致性，说明最迟在 16700a B. P. 形成本区风砂地貌的 NE-NNE 为主的风向就已奠定，并一直延续至今；颗粒分析结果表明，形成本区风砂地貌主要系由细砂-微砂所构成的流砂，自那时以来沉积流砂的风力没有发生明显变化。

3. 本区风砂地貌的沉积过程，代表了干旱、寒冷、多风为主的气候特点。到目前为止，尚未在区内地层中发现埋藏土壤层发育。这表明，16700aB.P. 以来本区构成风砂地貌的流砂未出现固定阶段乃至生草成壤过程。这段期间，洪水虽曾两度泛抵沙漠深部，但远不足以改变主要以流砂类型存在的地貌格局，而只是在泛入洪水的砂带间的洼地形成泛洪沉积故道与古泛洪岛(见图 4)。而洪积粉砂层中的干燥裂隙反映当时具有与现代罗布泊洼地发育干燥裂隙的夏季极端干燥炎热、少云寡雨[4] 的相似气候。因而，至少在 16700a B. P. 以来制约本区的气候一直是干旱的，气候波动主要表现为冷干和暖干，而不似中国东部沙区风砂与土壤[5] 或与河湖相[6] 构成相互交替沉积序列所反映的冷干与暖湿的那种类型的气候变化。

4. 第 2、3 项结论的发生原因主要在于 16700a B. P. 时，本区所在的塔里木盆地已处于四周高山高原环绕的现代地貌形势。16700a B. P. 以来在全球性气候变冷的 n 次气候恶化阶段，本区多次受到西伯利亚-蒙古冷高压西支寒流入侵时形成的 NE-NNE 风系的影响，气候干燥、寒冷、风砂流活动强烈，逐渐形成今日的风砂地貌景观。自那时以来的全球变暖诸阶段，由于西、北、南部有巨大的高原和山体对西风特别是西南暖湿气流和北冰洋冷湿气流的阻障，在湿度上未能出现明显的变化。反而由于塔里木热低压效应[7] 得以加强而显得更加干旱。产生大量冰雪融水，于山麓地带形成冲洪积或冲坡积砾石[8]，并向沙漠区相变为洪积粉砂。两者沉积后遭受高温作用导致的强烈蒸发、脱水而分别形成含石膏的砾石戈壁和粉砂多边形龟裂地。上述本区南缘多层风砂与洪积粉砂交替沉积断面的形成也许与西伯利亚-蒙古高压和塔里木热低压在 16700a B. P. 以来全球干湿冷暖交替变化气候背景下的相互作用有关。$T_{12}F_{24}$、$T_{14}F_{27}$ 粉砂层则可能与塔里木热低压鼎盛时期有关。在 8600a B. P. 以后，3000a B. P. 以前的高温期中，塔里木盆地内热低压效应更加显著，致使山地冰雪大量消融，河流流量剧增，洪水得以侵入沙漠腹部。据此推测 $T_{12}E_{24}$、$T_{14}E_{27}$ 的时代为全新世最佳气候期。

致谢：陆锦华清绘本文图件，特此致谢。

参　考　文　献

[1] 中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所沙漠研究室，中国沙漠概论，科学出版社，1974，25—28.
[2] 朱震达、陈治平、吴正等，塔克拉玛干沙漠风沙地貌研究，科学出版社，1981.
[3] 吴正等，地理学报，**36**(1981)，3：280—291.
[4] 中国科学院新疆分院罗布泊综合科学考察队，罗布泊科学考察与研究，科学出版社，1987，118—131.
[5] 李保生等，地理学报，**43**(1988)，2：127—132.
[6] 李保生等，地质学报，**63**(1987)，3：218—230.
[7] 董光荣等，干旱区资源与环境，**2**(1988)，1：31—45.
[8] 李保生等，科学通报，**33**(1988)，2：140—143.